

# Robot Reativo

## Seguir Parede

### *Reactive Robot*

#### *Following a Wall*

Paulo Ferreira, Pedro Melo  
Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto  
Rua Dr. Roberto Frias  
4200-465 Porto, Portugal  
[up201305617@fe.up.pt](mailto:up201305617@fe.up.pt), [up201305618@fe.up.pt](mailto:up201305618@fe.up.pt)

**Resumo** — Este documento descreve a implementação de um robô que segue paredes com a forma da letra 'D'. Para navegar, o robô utiliza um único sensor *LIDAR*, utilizado para detetar as paredes. O robô foi desenvolvido em *ROS* e usa o simulador *STDR*.

**Palavras Chave** - robô; *LIDAR*; *ROS*; *STDR*; paredes.

**Abstract** — This document describes the implementation of a robot that follows walls with the shape of the letter 'D'. To navigate, the robot uses a single *LIDAR* sensor, which serves to detect the walls. The robot was developed using *ROS* and the *STDR* simulator.

**Keywords** - robot; *LIDAR*; *ROS*; *STDR*; walls.

#### I. INTRODUÇÃO

Os robôs encontram-se cada vez mais presentes no nosso quotidiano, realizando quer tarefas no domínio industrial quer tarefas no interior das nossas casas. Por forma a realizar muitas das atividades descritas de forma autónoma, torna-se necessário que os robôs consigam navegar em espaços, de seguir e/ou evitar obstáculos.

Este trabalho procura explorar os conceitos previamente descritos, através da implementação de um robô reativo, simples, capaz de detetar e seguir paredes. O robô utiliza um sensor *LIDAR* e o seu comportamento foi modelado e testado usando *ROS* e *STDR*.

#### II. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

##### A. Objetivo

Pretende-se implementar um robô que consiga seguir as paredes de um mapa. Assim, o robô deve inicialmente vaguear pelo mapa até encontrar uma parede, a qual deve seguir indefinidamente, mantendo sempre entre ambos a mesma distância.

As paredes dos mapas utilizados encontram-se dispostas segundo a forma da letra 'D' e o robô deve conseguir percorrer quer a parede interior quer a parede exterior da letra.

##### B. Design do Robô

O robô testado tem a forma de um círculo com raio de 20cm, sendo omnidirecional e podendo efetuar rotações de 360°.

O robô encontra-se munido de um único sensor *LIDAR*, utilizado na sua navegação. Este sensor possui uma amplitude de 200°, disparando assim 200 raios com um incremento de 1° entre si. Este sensor possui um alcance máximo de 2m e um alcance mínimo de 10cm. São produzidas novas leituras com uma frequência de 10Hz.



Figura 1 – Robô

##### C. Comportamento do Robô

O comportamento do robô é baseado numa arquitetura de subsunção. O robô apresenta apenas dois comportamentos possíveis: o de andar em frente e o de seguir uma parede.

Inicialmente o robô encontra-se animado de uma velocidade constante segundo o eixo horizontal. Neste ponto

o robô não possui velocidade angular. Este movimento é mantido até que o sensor LIDAR detecte uma parede.

Quando tal acontece, o robô passa a seguir uma linha imaginária paralela à parede. Para tal o robô adquire também uma velocidade angular, calculado da forma descrita na secção seguinte.

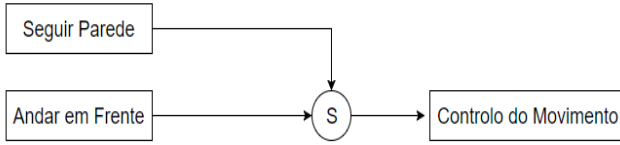


Figura 2 – Arquitetura do Robô

#### D. Algoritmo

Dadas as limitações do sensor utilizado, a linha paralela à parede que o robô deve seguir deve encontrar-se a uma distância  $d$  (em metros) da mesma tal que  $2 \leq d \leq 0.1$ .

Inicialmente, o robô possui uma velocidade linear constante e uma velocidade angular nula. Após a deteção de uma parede, a velocidade angular é calculada pela fórmula (1).

$$\omega = (-k(\sin(q_3) - (q_2 - T) + K) * v \quad (1)$$

Assim, a variável  $v$  corresponde à velocidade linear do robô;  $q_3$  corresponde ao ângulo entre a direção do movimento do robô e a linha imaginária que este deve seguir;  $q_2$  é a distância atual entre o robô e a parede,  $T$  corresponde à distância entre a parede e a linha imaginária. A variável  $k$  é uma variável de ajuste do controlo, à qual é recomendada o valor de 3.

A variável  $K$  encontra-se associada à curvatura da parede, utilizada para aperfeiçoar o movimento do robô em esquinas. No entanto, o seu cálculo mostra-se complexo e, dada a simplicidade do robô a desenvolver, resolveu-se ignorar esta variável, tendo-se obtido resultados positivos desde que a velocidade linear não ultrapasse os 0.25 m/s.

Optou-se por dar a  $T$  o valor de 1m. A fórmula (2) obteve-se da simplificação de (1) e foi utilizada para calcular a velocidade angular do robô.

$$\omega = (-3(\sin(q_3) - (q_2 - 1)) * v \quad (2)$$

Os valores das variáveis  $q_2$  e  $q_3$  foram calculados iterando sobre todos os 200 raios emitidos pelo sensor *LIDAR*, sendo inserida na fórmula o valor mínimo das distâncias obtidas e o ângulo do respetivo raio.

#### E. Mapas

Foram criados um primeiro mapa que contém a letra ‘D’ e um segundo que contém duas letras ‘D’ aninhadas.

O primeiro mapa foi utilizado para testar isoladamente os comportamentos de seguir quer a parede interior quer a parede exterior da letra.

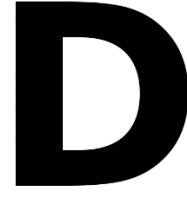


Figura 3 – Mapa com forma ‘D’

O segundo mapa foi utilizada para testar simultaneamente os comportamentos previamente descritos, dado que o robô tem de seguir quer a parede interna do ‘D’ maior e a parede externa do ‘D’ mais pequeno.

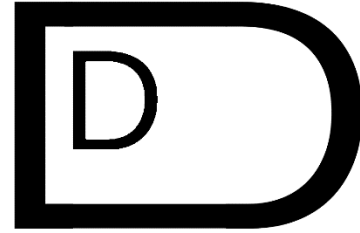


Figura 4 – Mapa Duplo ‘D’

### III. RESULTADOS

De seguida são apresentadas sequências temporais das várias posições do robô em cada um dos mapas.



Figura 5 – Robô a seguir a parede externa

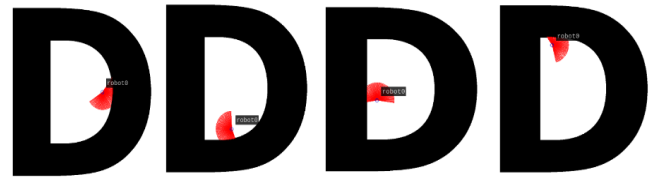


Figura 6 – Robô a seguir a parede interna

Inicialmente o robô começa por seguir a parede externa do ‘D’ maior acabando por ficar a seguir a parede externa do ‘D’ mais pequeno, após passar na região em que as paredes se aproximam.

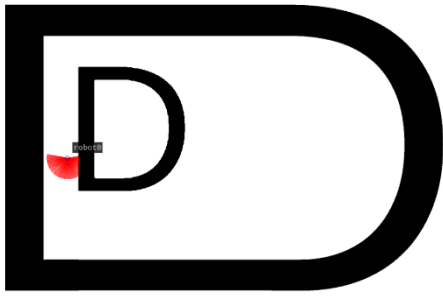


Figura 7 – Teste Mapa Duplo D

#### IV. CONCLUSÃO

Nenhum trabalho é perfeito. Embora o robô desenvolvido apresente resultados satisfatórios, estes poderiam ser melhorados senão fosse omitido o parâmetro  $K$  inicialmente proposto na fórmula (1). Outros valores para  $k$  e  $T$  podem também contribuir para uma melhoria dos resultados obtidos.

Não obstante o robô obtido funciona como esperado, apesar das suas limitações.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- [1] Std\_r\_simulator. 2014. URL: [http://wiki.ros.org/std\\_r\\_simulator](http://wiki.ros.org/std_r_simulator) (accedida a 6 de Novembro de 2017)
- [2] Bayer, Karl, 2012. Wall Following for Autonomous Navigation. SUNFEST, University of Pennsylvania. URL: <https://www.seas.upenn.edu/sunfest/docs/papers/12-bayer.pdf> (accedida a 31 de Outubro de 2017)